AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo

BANCADA DINAMOMÉTRICA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA 2 TEMPOS QUE OPERA COM DIFERENTES MISTURAS DE ÁLCOOL-GASOLINA

Yuri Britto Perissinotto[1], Robson Leal da Silva[2] ,

Silmara Bispo dos Santos[1], Marcelo Mendes Vieira[1]

[1] UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso, Engenharia Mecânica / ICAT
Rodovia MT-270, km 06, Bairro J. Atlântico, Rondonópolis-MT, CEP 78735-901
yuribritt@hotmail.com , mmendes@ufmt.br

[2] UFGD – Universidade Fed. de Grande Dourados, FAEN / Engenharia de Energia & Eng. Mecânica,
Rodovia MS-270 (Dourados-Itahum), km 12, Dourados-MS, CEP: 79.804-970

Resumo

Este trabalho consiste no estudo e avaliação experimental do consumo de combustível e desempenho de um motor de combustão interna dois tempos mono cilindro. O equipamento possui pequeno porte e sua designação confere a uma motosserra Stihl – Modelo 038 AV Magnum. A metodologia aplicada para a realização dos ensaios referente ao consumo de combustível em motores de combustão é baseada nas normas técnicas: ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 6396:1976; NBR 8689:2005; NBR 7024:2010). Para as realizações dos ensaios foi construída uma bancada dinamométrica dedicada para o equipamento, a fim de simular condições de funcionamento. São obtidos resultados relativos ao consumo de combustível e a potência desempenhada pela motosserra cuja combustão é tida com misturas de gasolina-etanol em algumas proporções, incluindo a proporção estabelecida pela ANP para a comercialização em postos de combustíveis. Dessa forma, sob condições de rotação, são obtidas as curvas de máximo e mínimo consumo de combustível, torque e potência para as misturas de gasolina e etanol. Com isso é visto que a bancada dinamométrica é adequada para estes experimentos.

Palavras-chave: motores de combustão dois tempos, desempenho, dinamômetro.

Abstract

This work consists in the study and experimental fuel consumption evaluation and performance of an internal combustion two-stroke engine with one cylinder. The equipment consists of a small chainsaw and its model is Stihl — Model AV 038 Magnum. The methodology used for the tests related to the consumption of fuel in combustion engines is based on technical standards: ABNT Brazilian Association of Technical Standards (NBR 6396: 1976; NBR 8689: 2005; NBR 7024: 2010). For the realization of the tests it was built a dynamometer bench dedicated to the equipment in order to simulate operating conditions. The fuel consumption and the performance by the chainsaw is registered in the tests which is taken with mixtures of gasoline-ethanol in some proportions, including the proportion established by the ANP for marketing at gas stations. Thus, for rotating conditions are obtained the minimum and maximum curves fuel consumption, torque and power for mixtures of gasoline and ethanol. It is possible to conclude that this test rig is adequate to run this kind of engine and to carry out data of the two-stroke engine performance.

Keywords: Two-stroke engine, performance, dynamometer.

1. INTRODUÇÃO

Motores de combustão interna dois tempos são caracterizados por realizar um ciclo com apenas uma volta do eixo do motor, dois cursos do pistão. Ao serem comparados com motores a combustão interna quatro tempos, eles se destacam pela sua simplicidade mecânica, com uma menor relação peso potência. Em contrapartida tem precariedades em alguns processos, como o de lubrificação. Nestes tipos de motores o cárter é usado para admissão da mistura combustível-ar, e a lubrificação é feita misturando o lubrificante no combustível nas proporções indicadas pelo fabricante. O processo de combustão em um motor dessa natureza pode ser precário, pois a queima do lubrificante com o combustível pode elevar o consumo específico e como o processo de admissão e escape ocorrem simultaneamente, muitas vezes a queima não é completa. Dessa forma, são extremamente poluentes, ruidosos e instável em certas faixas de funcionamento. Devido a tais características seu uso é limitado a pequenas potências. São utilizados em motocicletas, motores náuticos, motosserras para corte e poda de galhos e árvores, cortador de grama,

sopradores de folhas, bombas de água, motogeradores, entre outros equipamentos (BRUNETTI, 2012).

Em setembro de 2014, o governo brasileiro autorizou um aumento de etanol na gasolina comercial, isto equivale a uma mistura de combustível cuja proporção é de 27,5% de etanol e 72,5% de gasolina (Valor Econômico, 2014). Antes a mistura possuía apenas 25,0% de etanol. A utilização de misturas de combustíveis comerciais, como gasolina e etanol, em motores de combustão Ciclo Otto é extensamente explorada na configuração de quatro tempos, considerando que esse recurso já está sendo utilizado no Brasil desde os anos 70. Países como os Estados Unidos também adotaram a medida em 2010 e aumentou de 10% para 15%, a fração de volume de etanol em toda a gasolina comercial (UNICA, 2010).

O consumo de combustível variando a proporção do teor de etanol foi tema da pesquisa desenvolvida por Silva *et al.* (2012), onde constatou o maior consumo de combustível quando a proporção era de 30,0% de etanol com 70% de gasolina. Kumar *et al.* (2012) oferecem dados vantajosos sobre os níveis de emissões, quando se tem 20% de álcool e 80% de gasolina no combustível em um motor de 2 tempos, isso comparado com o uso da gasolina pura. Essa pesquisa também constatou que a eficiência térmica foi melhorada.

Este trabalho pretende apresentar uma bancada dinamométrica que analisa o consumo de combustível relacionado ao torque e rotação desenvolvida por um motor 2 tempos em diferentes proporções de mistura gasolina/etanol e cargas solicitadas. Dessa forma, será possível, posteriormente, fazer um estudo sobre o desempenho dos motores com essas diferentes misturas e verificar se existe contribuição na questão do consumo de combustível, nas emissões dos gases de exaustão e, porventura, indicar parâmetros para a minimização de seus componentes poluidores.

2. METODOLOGIA

Foi projetada uma bancada dinamométrica para o motor dessa natureza. Suas rotações alcançam a escala de 11000 rpm. No eixo de saída desse motor, foi inserido um redutor cuja redução é igual a 5, diminuindo consideravelmente a rotação que seria inserida do eixo do freio dinamométrica com o propósito de aumentar a segurança na operação de ensaio. Para o freio motor, foi acoplado ao eixo um freio do tipo lona e tambor. Tal dispositivo

é o mesmo daqueles utilizados em sistemas de frenagem das rodas de motocicletas do porte de 125 cilindradas. O torque de frenagem é medido através de um dinamômetro fixado na ponta da haste solidária ao espelho do sistema de freio. Uma alavanca regula a faixa de torque que será exercida na frenagem que o motor deve vencer durante o ensaio. Através da aceleração, é fixada a rotação para aquele torque de frenagem.

Foram estipulados quatro valores de rotações para serem ensaiadas em três posições diferentes da alavanca do freio motor. Cada ensaio foi repetido três vezes e analisado os dois ensaios mais coerentes. Durante a realização dos ensaios eram registrados os valores máximo e mínimo de torque e rotação, e os valores médios de temperatura, umidade e pressão atmosférica. A temperatura ambiente atendeu aos limites estabelecidos pela NBR 7024 (ABNT, 2010), a qual indica uma faixa mínima e máxima compreendida entre 20ºC $< T_{Ambiente} <$ 30ºC para determinação da medição do consumo.

Ao preparar a amostra de combustível para os ensaios, foi realizada a determinação de AEAC – Álcool Etílico Anidro Combustível, conforme NBR 13992 (ABNT, 2008). Neste procedimento, a fração de gasolina pura fica na camada superior da proveta de vidro de 100 ml, e, na camada inferior, fica o etanol misturado com a solução aquosa cuja concentração é de 10 grama de cloreto de sódio (NaCl) em 100 ml de mistura aquosa. Na Figura 1 é possível verificar um volume 63,0 ± 0,5 ml (Figura 1A), 75,0 ±0,5 ml (Figura 1B) e 70,0 ±0,5 ml (Figura 1C), que correspondem ao volume da soma de etanol mais mistura aquosa. Este valor de volume é o parâmetro A utilizado na seguinte equação:

$$\tau = [(A-50)\times 2]+1 \quad , \qquad (1)$$

onde τ é a determinação do percentual de AEAC nas amostras de combustível. Sendo assim, os resultados obtidos de AEAC em volume foram de 27%, 50% e 40% das amostras “A”, “B” e “C”, respectivamente.

Para os demais procedimentos de ensaio foram considerados os requisitos e demais informações de interesse contidos na NBR 6396 (ABNT, 1976), aplicável a motores alternativos de combustão interna não veicular ciclo de 2 tempos, como é o caso da motosserra de pequeno porte.

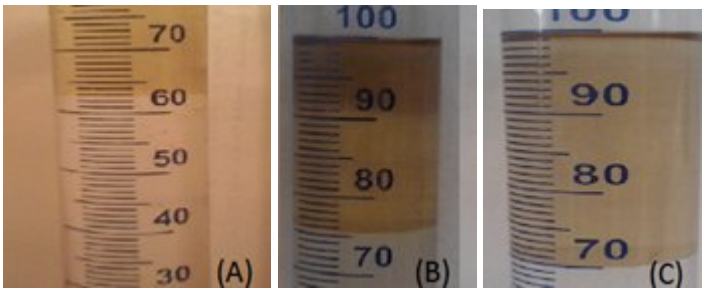

Figura 1. Preparação das amostras de combustíveis “A”, “B” e “C”.

Para a medição do consumo de combustível foi considerado o método volumétrico descrito pela NBR 7024 (ABNT, 2010). O tanque de combustível da motosserra foi desativado e a alimentação passou a ser feita por uma pipeta graduada de 10,0 ml e um tanque auxiliar, ambos ligados a uma válvula direcionadora. Todos os ensaios foram filmados para ter um registro do tempo de consumo, tendo fixado o consumo mínimo de 7,0 ml por ensaio. O tacômetro foi posicionado a uma distância mínima de 50 mm, conforme manual do fabricante. Para o registro das condições ambiente como temperatura e umidade relativa, foi utilizado um medidor de stress térmico. Os registros de rotação, volume de combustível, tempo de ensaio, torque através do dinamômetro linear e condições ambientes foram feitos manualmente. Uma visão geral da bancada dinamométrica pode ser vista na Figura 2.

Figura 2. Visão geral da bancada dinamométrica.

Após o tempo mínimo de 30 minutos de funcionamento é esperada a estabilização do motor e com isso é possível dar início aos ensaios. Após regulado com os parâmetros

desejados, o ensaio era iniciado até que 7,0 ml de combustível fosse consumido. A cronometragem do consumo, como foi dito, era registrado através de filmagem digital. Em seguida, o motor funcionava em marcha lenta durante 2 minutos, pelo menos, até aguardar a realização de um outro ensaio. Os instrumentos de medição e suas especificações técnicas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Instrumentos de medição, especificações técnicas e demais equipamentos.

Instrumento (Marca e Modelo)	***Medida***	***Escala***	***Resolução***	***Precisão***
Medidor de stress térmico (Instrutherm, TGD-400)	Temperatura e Umidade Relativa	-5ºC a 100ºC / 20% a 99% UR	0,1ºC / 1% UR	± 1ºC / ± 5% UR
Tacômetro óptico (AEMC, CA 25)	Rotação	0,5 a 19999 rpm	0,1 rpm	± 0,1% + 1 dígito
Dinamômetro linear (Crow AT-10)	Força	0 kgf a 10,0 kgf	0,2 kgf	0,1 kgf

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui discutidos foram obtidos de ensaios preliminares e visam demonstrar a funcionalidade da bancada dinamométrica.

Na Figura 3 estão os gráficos com os resultados referente aos ensaios na Posição “1”, ou primeira posição da alavanca do freio motor e correspondente a uma das menores solicitação de carga do ensaio. Nessa demanda de carga, é possível afirmar que o combustível “C” registrou elevado consumo com o menor torque desempenhado.

Um segundo conjunto de gráficos é visto na Figura 4. Seus resultados são referentes aos ensaios a alavanca de freio motor situada na Posição “2” da alavanca do freio motor. O combustível “C” continua tendo o maior consumo e sob um menor torque. O combustível “A” e “B” tiveram consumo semelhantes e, da mesma forma, o desempenho a respeito da carga de torque também foi equivalente.

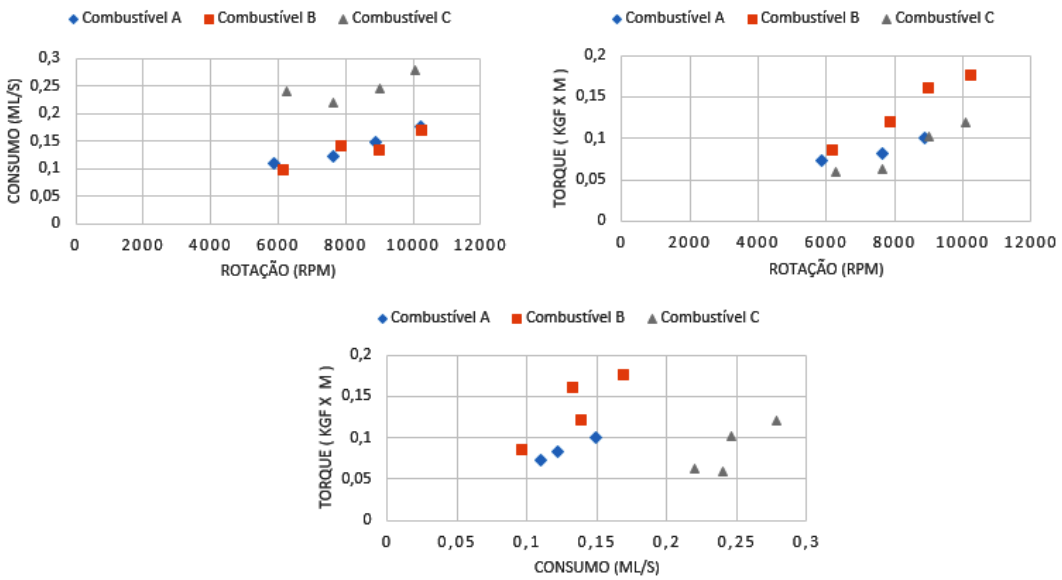

Figura 3. Gráficos: Consumo de combustível (ml/s) x velocidade angular (rpm); Torque (kgf.m) x velocidade angular (rpm); Torque (kgf.m) x Consumo de combustível (ml/s). Todos relativos à Posição “1” da alavanca do freio motor.

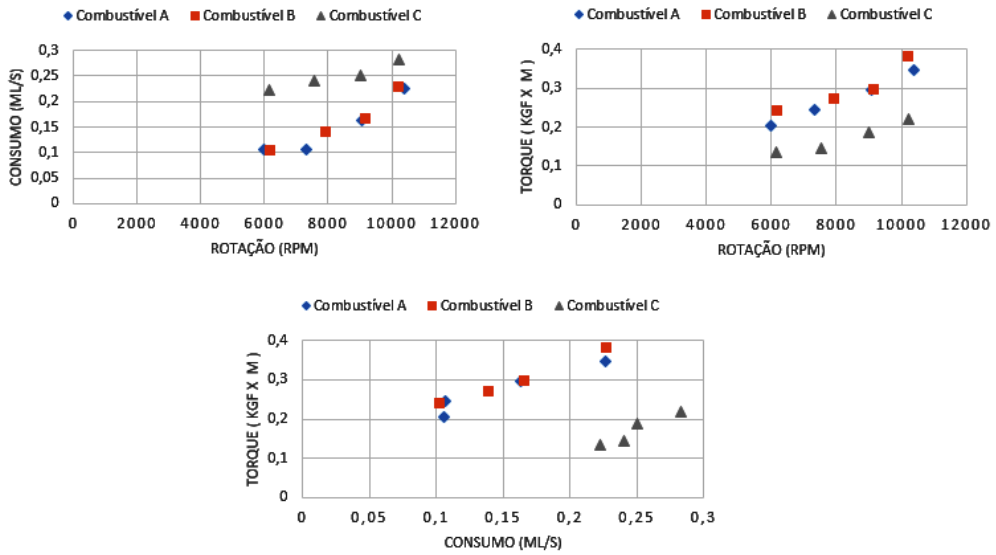

Figura 4. Gráficos: Consumo de combustível (ml/s) x velocidade angular (rpm); Torque (kgf.m) x velocidade angular (rpm); Torque (kgf.m) x Consumo de combustível (ml/s). Todos relativos à Posição “2” da alavanca do freio motor.

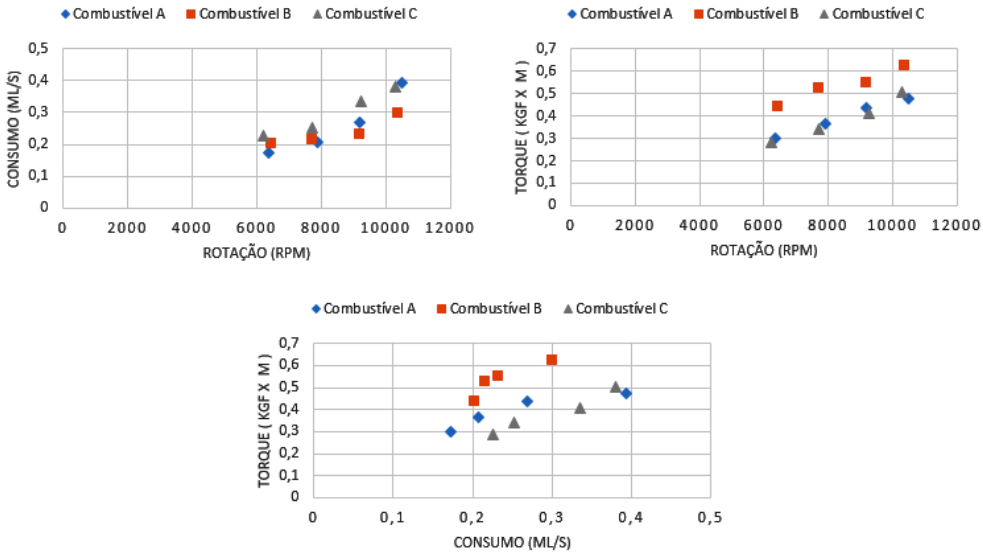

Figura 5. Gráficos: Consumo de combustível (ml/s) x velocidade angular (rpm); Torque (kgf.m) x velocidade angular (rpm); Torque (kgf.m) x Consumo de combustível (ml/s). Todos relativos à Posição “3” da alavanca do freio motor.

Na Figura 5 estão os gráficos com os resultados relativos aqueles cuja alavanca do freio motor estava situado na Posição “3” e, dessa forma, são ensaios cujos regimes apontavam maior carga. Neste caso, o combustível “B” se destacou por manter uma maior carga de torque em relação aos demais combustíveis e, sob o ponto de vista de consumo, todos os combustíveis mantiveram patamares de consumo relativamente semelhante nas diversas rotações.

4. CONCLUSÕES

Dentro desses ensaios preliminares, os resultados obtidos demonstram que a bancada é adequada para testes dessa natureza com tal equipamento. Na observação geral dos resultados, o combustível “C” apresentou o maior consumo e menor torque. Como continuidade do trabalho, é pretendido repetir os ensaios, ampliar o número de resultados e inserir a medição de consumo de ar para analisar a relação ar-combustível.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento pelo apoio financeiro tido através de bolsa PIBIC/CNPq através do programa de Iniciação Cientifica da UFGD. Adicionalmente a FUNDECT-MS, que através do Edital 10/2011 – Universal, concedeu financiamento ao projeto de pesquisa “Motores de Combustão Interna 2 Tempos: eficiência e curvas características operando com diferentes misturas combustíveis, Termo de outorga 0262/12, SIAFEM 021.031.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7024: Veículos rodoviários automotores leves – Medição do consumo de combustível – Método de ensaio. 13p. 2010.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13992: Gasolina automotiva – Determinação do teor de álcool etílico anidro combustível (AEAC). 3p. 2008.

BRUNETTI, F., Motores de Combustão Interna, vol. 1 e vol. 2, São Paulo: Blucher, 2012.

NARASIMHA KUMAR. S, MURALI KRISHNA M. V. S., MURTHY P. V. K., REDDY D.N., KISHOR K., 2011. “Performance of copper coated two stroke spark ignition engine with Gasohol with catalytic converter with different catalysts”, International Journal of Applied Engineering Research, vol. 2, n.1, pp.205-218.

LEAL DA SILVA, R. ; ROSSATO, H.R.F. ; CACHUTÉ, L.O., 2012, "Consumo de um Soprador de Ar Acionado por um Motor de Combustão Interna Dois Tempos Alimentado com Diferentes Misturas Combustíveis", Anais do VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica – CONEM, Maranhão.

UNICA, 2010. “Aprovação de Maior Mistura de Etanol na Gasolina nos EUA Não Significa Aumento Nas Exportações Brasileiras”, <http://www.unica.com.br/noticia/20255763920338419546/aprovacao-de-maior-mistura-de-etanol-na-gasolina-nos-eua-nao-significa-aumento-nas-exportacoes-brasileiras >, acesso em fevereiro, 2015.

VALOR ECONÔMICO, 2014. “Dilma sanciona lei que permite mais etanol na mistura com gasolina”, < http://www.valor.com.br/empresas/3709986/dilma-sanciona-lei-que-permite-mais-etanol-na-mistura-com-gasolina>, acesso em janeiro, 2015.